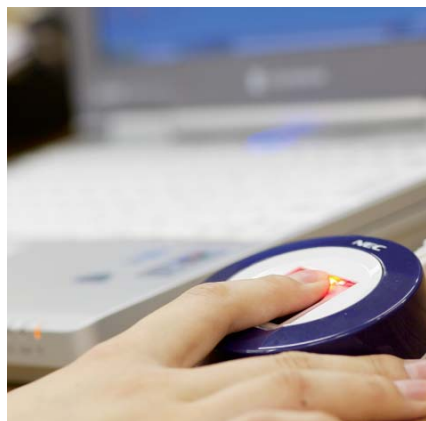
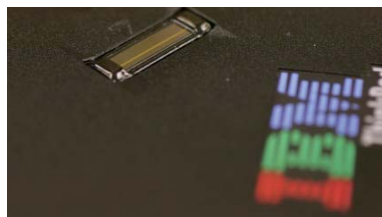
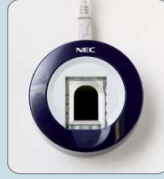
濡れた指，乾燥した指——
指紋認証の実際

生体の特徴を使って個人を認証するバイオメトリクス。そのなかでも指紋認証は古くから研究開発が進んでいる。他の方式を用いた装置よりも小型で安価，かつ一般的だ。センサーに指を押し当てるだけで認証されるのは便利である。しかし生体情報ゆえの不安もある。指が汚れたり濡れていても，認証できるのだろうか。製品によっては取扱説明書に，濡れた指や乾燥した指だと読み取れないことがあると書かれている。また，人工的に作った指で認証できてしまう危険性もある。ガラスやプラスチックに残った遺留指紋から型を起こすこともできる。実際に指の状態変化にどれくらい耐えられるか，ゼラチンで作った人工指で本当に認証できるかを検証した。

①メーカー（販売代理店）②製品名，型番　③読み取り方式 ④照合方式 ⑤価格

USBで接続する外付け型

エリア・センサー

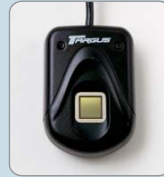
①米digitalPersona社
（ヒューマンテクノロジーズ）
②U.are.U 4000S
③光学式
④特徴点抽出
⑤1万5800円（税抜き）＋
SDKキット＋サーバーソフト代

①米SecuGen社
（日本セキュアジェネレーション）
②EyeDハムスターⅢ
EA4-0077F
③光学式
④特徴点抽出
⑤2万5800円（税抜き）

①NEC
②指紋認証ユニット
PU800-30
③光学式
④特徴点抽出
⑤3万9800円（税抜き）＋
ソフト代

①ソニー
②FIU-810-N03
③静電容量方式
④パターン・マッチング
⑤2万円前後＋ソフト代

①ビーエムエフ
②GIGIO-100
③感圧式
④特徴点抽出
⑤2万円前後

①米Microsoft社
（マイクロソフト）
②FingerPrint Reader
DG2-00003
③光学式
④特徴点抽出
⑤8190円（税込み）

①三菱電機
②小型指紋照合装置
FPR-DTLmk4
③光学式
④特徴点抽出
⑤1万8500円（税抜き）

①米Targus社
（ターガス・ジャパン）
②DEFCON オーセンティケータ
PA460J
③静電容量方式
④特徴点抽出
⑤2万2575円（税込み）

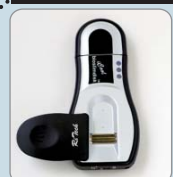
①日立エンジニアリング
②指紋入力装置
HFP-US0102
③静電容量方式
④チップ・マッチング
⑤3万9692円（税込み）

①サンワサプライ
②指紋認証マウス　MA-FP74U
③光学式
④特徴点抽出
⑤1万9000円前後

①テクノイマジア
②FP-PLUS
③光学式
④特徴点抽出
⑤3万円前後

①サイレックス・テクノロジー
②SX-BiometricsSuite with
COMBO-Mini
③静電容量方式
④特徴点抽出
⑤2万円前後

①富士通
②指紋認証装置
FS-230U
③静電容量方式
④特徴点抽出
⑤2万5000円

ライン・センサー

①エムコマース
②BioSlimDisk iCool
③静電容量方式
④特徴点抽出
⑤1万8000円前後
（256Mタイプ）

①ディー・ディー・エス
②UBF
③感熱式
④周波数解析
⑤2万790円＋サーバー，
ソフト代

内蔵型

ライン・センサー

①IBM
②ThinkPad
T42 2373-J8J
③静電容量方式
④特徴点抽出
⑤20万円前後

①富士通
②FMV-BIBLO LOOX
T70K/T
FMVLT70KT
③電界強度測定方式
④特徴点抽出
⑤27万円前後

①富士通
②F901iC
③電界強度
測定方式
④特徴点抽出
⑤3万円前後

図1　検証した機種
USB接続の外付け型を15機種，ノートパソコン内蔵型を2機種，携帯電話内蔵型を1機種検証した。

指紋認証装置はごく身近な場面で使われるようになった。例えば，携帯電話のユーザー認証や，日常的に使うコンピュータへのログオンやスクリーン・セーバーの解除などだ。指紋認証を導入すれば，パスワードを複雑にしたり複数のパスワードを管理しなくてもセキュリティを高められる。

指紋認証はまず指紋を登録し，そのデータに照らし合わせて認証もしくは識別する*1。このとき，指紋の読み取り精度，登録データとの照合アルゴリズム，本人かどうかの判定のしきい値が認証精度に影響する。製品には精度を表す指標として，他人を受け入れてしまう他人受

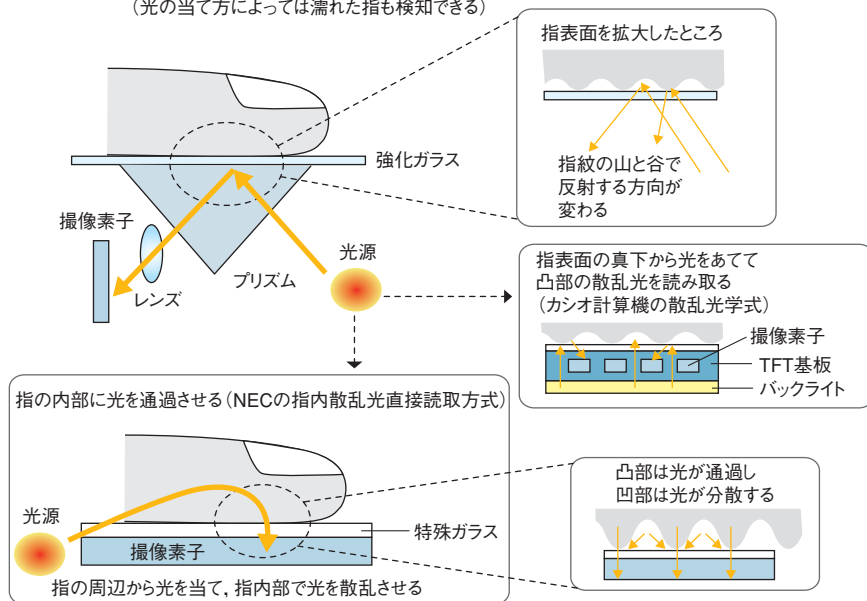



図2 光学式の仕組み

指表面に光を当てたときに，指紋の凹凸によって反射の方向が変わることを利用する。光が指紋の凹部に当たったときの反射光をレンズで集光して撮像素子に入射させる。光の当て方によって，読み取り精度を向上させている製品もある。NECの指紋センサーは，指の周辺から光を当てて内部で光を散乱させる。凸部であれば光が通過し撮像素子に入射する。カシオ計算機の指紋センサーはセンサー面がTFT基板になっており，その後ろから光を指に対して垂直に当てる。光が凸部に当たると撮像素子に向かって反射する。

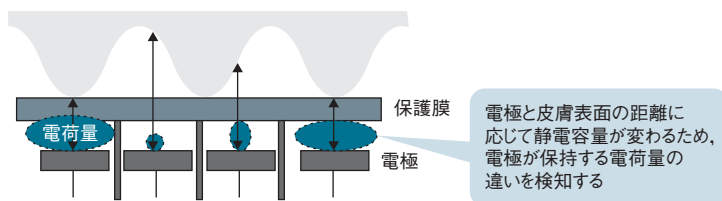
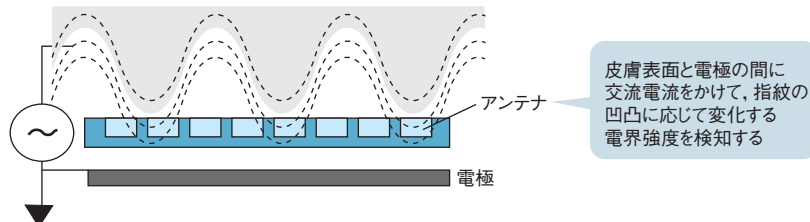



図3 静電容量方式と電界強度測定方式の仕組み

静電容量方式は，指紋の凹凸によって静電容量に違いが生じることを利用する。電界強度測定方式は皮膚の表面と電極との間に交流電流をかけて，指紋の凹凸によって電界強度が変化することを利用する。

け入れ率（FAR：False Acceptance Rate），本人を拒否してしまう本人拒否率（FRR：False Rejection Rate）が記載されている。例えば，FARは0.001％や0.0001％，FRRは0.1％や0.05％といった値が並ぶ。これらの算出方法はJIS-TR（Technical Specification）で標準仕様が公開されており，各メーカーは数百から数万という膨大なデータを基に算出している。

汚れ，濡れ，乾燥など指の状態は変わる

FARやFRRを求めるためのテストでは，多くの人が正しい利用方法に基づいて使う。携帯電話やパソコンで利用する場面を考えると，むしろ多少いい加減な使い方をしても大丈夫か，といったあたりが気になる。例えば指先がインクで汚れるなどは日常茶飯事だ。取扱説明書には，「指が乾いていたり，汗や水で指が濡れていると指紋を認識できない場合がある」と記載されている*2。体質によっては汗を多くかくため指が濡れていたり，家事で指先が荒れてしまい乾燥している状況が十分考えられる。薬品を扱う仕事に従事する場合は，指紋が摩耗しているかもしれない。

このほか指紋認証で気になるのは，人工指を受け入れるかどうかだ。2002年に人工指が指紋認証装置で認証されるという発表があったが，3年たった現在はどうなのだろうか。

そこで，濡れたり乾燥するなど指の状態が変化しても認証できるのか，人工的に作った指紋は認証されてしまうのかという2点について調べた。検証した指紋認証装置は18機種（前ページの**図1**）。PCに接続して使うものが大半で，出退勤管理やパソコンのログオンなどに使える。

これらの装置の形状は多様である。比

T. Matsumoto, H. Matsumoto, K. Yamada, and S. Hoshino, "Impact of Artificial "Gummy" Fingers on Fingerprint Systems," *Proc. Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV*, SPIE. 2002, pp. 275-288.

較的大きめな製品から，小型で薄い製品，パソコンや携帯電話に組み込まれているものがある。これらはセンサーの読み取り方式である程度分類できる。形状が大きい製品には光学式センサーが多く，小型で薄い製品や組み込み型には静電容量方式，電界強度測定方式や感熱式などのセンサーが多い。サンワサプライのMA-FP74UとビーエムエフのGIGIO-100はマウス一体型，ソニーのFIU-810-N03とエムコマースのBioSlimDisk iCoolはUSBフラッシュ・メモリーとして使える。

図4 感圧式と感熱式の仕組み
感圧式は圧力に応じて抵抗値が変化するセンサーを用いて指紋の凹凸を検知する。感熱式は指の温度と空気の温度の違いを利用して指紋の凸部を検知する。

光の当て方を変えて精度を上げる

装置のサイズ以外にも，センサーの種類によって耐衝撃性，耐久性，濡れた指や乾いた指の読み取り精度は変わる。一般的に耐衝撃性や耐久性が高いと言われているのは光学式センサー。乾いた指紋に強いと言われているのが静電容量方式と電界強度測定方式センサー，濡れた指と乾いた指どちらにも強いのが感圧式センサーである。

光学式センサーは指紋の凹凸で反射方向が変わることを利用して紋様を読み取る（**図2**）。指の凹部で反射した光をレンズで集光して撮像素子で画像化するという構造だ。センサー自体が露出しているわけではないので耐久性を高めやすい。「光学式」と聞くと汚れに弱そうだが，凹部と凸部における散乱の違いを検出するのでそれほど影響は受けない。ただし水が入ると光の散乱が変わるため，濡れた指の読み取りは苦手である。また反射方式によっては，明るい屋外などでは指を透過して外光がセンサーに入り，読み取れなくなることがあるので注意が必要だ。

光学式を採用する装置は光源やレンズなどの光学系の機構が入るため，装置は比較的大きくなる。反射光を分離するためにプリズムを使う場合は，高さや厚みがある装置になる。現在は小型化を図りプリズムを使わない構造にするほか，光の当て方を工夫して読み取り精度を向上させた製品が出ている。

NECは独自の「指内散乱光直接読取方式」を用いている。指の周囲から光を照射し指の内部で光を散乱させ，指紋の凸部から出てきた光を真下の撮像素子でとらえる仕組み。カシオ計算機はセンサー面にTFT（Thin Film Transistor）を配置し，センサーの背後からバックライトで光を指に照射する構造。各画素にフォトセンサーを設け，指紋の凸部の散乱光を読み取る。従来のプリズムを使う方式とは異なり，散乱光を検知するため濡れた指にも強い。同社はこの仕組みを「散乱光学式」と名付けている。詳細は後述するが，両社のセンサーを使った製品は濡れた指や乾いた指に強かった。

静電気への対策が進む

反射光を撮像素子で画像化するというコピー機の原理を用いる光学式に対し，指紋の凹凸によって発生する静電容量の違いを測るのが静電容量方式，電界強度の違いを測るのが電界強度測定方式である（**図3**）。

静電容量方式はコンデンサの原理を応用したもの。指紋とセンサーの距離に応じて電極に保持できる電荷量が変化することから，その違いを基に画像化する。指紋の凹部であればセンサー面との距離が長いため電荷量が少なく，凸部であれば距離が短いため電荷量が多くなる。一方の電界強度測定方式は，指とセンサー内部の電極に交流電流をかけ，アンテナで電界強度を測る。具体的には指紋の凹凸に応じて電位差が変化するため，その違いを画像化する。

静電容量方式および電界強度測定方式センサーは装置の小型化が進んでおり，ライン・センサーも多い。また，乾燥し

*1 指紋認証において，認証とはPIN（Personal Identification Number）ごとに登録されたデータと読み取ったデータとを比較し，1対1で照合すること。識別とは全ての登録データの中から一致するデータを探す1対Nの比較を指す。

*2 乾燥している場合は息を吹きかけて湿らせたり，濡れている場合は拭いてから再度試すことを推奨している。